

PAT-NO: JP02001297410A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001297410 A

TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD AND METHOD OF MANUFACTURE

PUBN-DATE: October 26, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NASU, SHOGO	N/A
NAKAGAMI, RYUICHI	N/A
SUENAGA, TATSUTOSHI	N/A
YOSHIJI, YOSHINOBU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000109336

APPL-DATE: April 11, 2000

INT-CL (IPC): G11B005/31, G11B005/39

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for deposition of a DLC protective film having high hardness, excellent wear resistance and high adhesiveness to a substrate and capable of making film thickness thinner on an ABS surface of a thin film magnetic head.

**SOLUTION:** The ABS surface is constructed by using a substrate consisting of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiC and the DLC film is formed after the ABS surface is sputtered by using plasma which contains carbon to obtain strong bonding force between carbon atoms in the ABS surface and the DLC film. In a second means, a carbon nitride film is deposited as the protective film, after the ABS surface is sputtered by using nitrogen plasma, to obtain strong bonding force between nitrogen atoms in the ABS surface and the carbon nitride film. In a third means, hardness of the DLC film is increased and wear resistance is improved by depositing the DLC film after forming an intermediate layer of Si which contains one element of Fe, Ni and Co on the ABS surface. In a fourth means, the protective film having high adhesive force and excellent wear resistance is obtained by applying high frequency voltage of a square wave to the substrate at the time of DLC sputtering.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-297410

(P2001-297410A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

. テーコード (参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

D 5 D 0 3 3

G 5 D 0 3 4

K

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-109336 (P2000-109336)

(22) 出願日 平成12年4月11日 (2000. 4. 11)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 源 昌吾

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 仲神 竜一

香川県高松市古新町8番地の1 松下電

子工業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

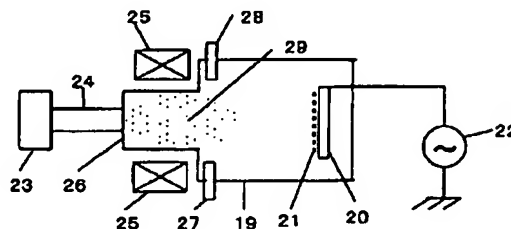
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 薄膜磁気ヘッドのABS面に高硬度で耐摩耗性に優れ、基板との密着性が高く、膜厚を薄くすることが可能なDLC保護膜の成膜方法を提供する。

【解決手段】 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCからなる基板でABS面を構成し、ABS面を炭素を含むプラズマでスパッタし、その後DLC膜を成膜することにより、ABS面およびDLC膜中の炭素原子間に強固な結合力を得る。第2の手段は前記ABS面を窒素プラズマでスパッタし、その後窒化炭素膜を保護膜として成膜することにより、ABS面および窒化炭素膜中の窒素原子間に強固な結合力を得る。第3の手段は前記ABS面にFe、Ni、Co元素の一つを含むSiの中間層を形成し、その後DLC膜を成膜することによりDLC膜の硬度が上がり耐摩耗性が改善される。第4の手段はDLCスパッタ時に基板に対し矩形波の高周波電圧を印可することにより、密着力が強く耐摩耗特性に優れた保護膜を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミナと炭化チタンを主成分とする基板上に、磁気抵抗効果素子層とこの磁気抵抗効果素子層に検出電流を与える主電極層とで構成される読み出しヘッドと、前記読み出しヘッドの上部に絶縁層を介して形成される下部コア層と、前記下部コア層と磁気ギャップを介して形成される上部コア層と、両コア層に磁界を与えるコイル層とで構成される記録ヘッドを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、記録媒体との対向面(ABS面)を構成する前記基板表面にアルミナの炭化層を形成し、その表面にダイヤモンド状カーボン保護層(DLC保護層)を形成してなる薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 アルミナと炭化チタンを主成分とする基板上に、磁気抵抗効果素子層とこの磁気抵抗効果素子層に検出電流を与える主電極層とで構成される読み出しヘッドと、前記読み出しヘッドの上部に絶縁層を介して形成される下部コア層と、前記下部コア層と磁気ギャップを介して形成される上部コア層と、両コア層に磁界を与えるコイル層とで構成される記録ヘッドを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、記録媒体との対向面(ABS面)を構成する前記基板表面にアルミナの窒化層を形成し、その表面に窒素を含むDLC保護層を形成してなる薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 アルミナと炭化チタンを主成分とする基板上に、磁気抵抗効果素子層とこの磁気抵抗効果素子層に検出電流を与える主電極層とで構成される読み出しヘッドと、前記読み出しヘッドの上部に絶縁層を介して形成される下部コア層と、前記下部コア層と磁気ギャップを介して形成される上部コア層と、両コア層に磁界を与えるコイル層とで構成される記録ヘッドを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、記録媒体との対向面(ABS面)にSiを主成分とし少なくともNi、Fe、Co元素の一つを含む中間層を形成し、その表面にDLC保護層を形成してなる薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 アルミナと炭化チタンを主成分とする基板上に薄膜プロセスにより記録ヘッドと再生ヘッドが形成され、磁気ディスク装置に使用される薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、記録媒体との対向面(ABS面)を構成する前記基板表面に炭素含有プラズマで炭化する工程と、炭化後の前記基板表面にDLC保護層を形成する工程を含む薄膜磁気ヘッド製造方法。

【請求項5】 アルミナと炭化チタンを主成分とする基板上に薄膜プロセスにより記録ヘッドと再生ヘッドが形成され、磁気ディスク装置に使用される薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、記録媒体との対向面(ABS面)を構成する前記基板表面に窒素プラズマでプラズマ処理する工程と、プラズマ処理後の前記基板表面に窒素を含むDLC保護膜を形成する工程とを含む薄膜磁気ヘッド製造方法。

【請求項6】 アルミナと炭化チタンを主成分とする基

板上に薄膜プロセスにより記録ヘッドと再生ヘッドが形成され、磁気ディスク装置に使用される薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、記録媒体との対向面(ABS面)を構成する前記基板表面にシリコンを主成分とする中間層を形成する工程と、前記中間層中に少なくともNi、Fe、Co元素の一つを添加する工程と、添加後の前記基板表面にDLC保護膜を形成する工程とを含む薄膜磁気ヘッド製造方法。

【請求項7】 電子サイクロトロン共鳴(ECR)プラズマスパッタ法を用い、前記基板に矩形波の高周波電圧を印加しながらDLC保護膜を成膜することとを特徴とする請求項4、5、6記載の薄膜磁気ヘッド製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気ディスク装置などに使用され、高密度記録に適し、かつ、記録媒体との摺動面に耐久性・耐摩耗性に優れた保護膜を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置に用いられる浮上型薄膜磁気ヘッドでは、ディスクの起動・停止が頻繁に行われ、記録媒体と薄膜磁気ヘッドとの接触の機会が増大し、ヘッド表面の摩耗、あるいは摩耗により生じる微粉末に起因するディスクや磁気ヘッドのダメージが問題になっている。また、記録密度の増大に伴いその浮上量は25nm程度まで極小化され、更に小さくすることが要求されている。このため図8に示すように、従来からヘッドの記録媒体との摺動面(ABS面)には保護膜が形成されており、可能な限り薄く、しかも耐摩耗性・耐久性に優れた保護膜を実現することが課題にされていた。図8ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCを主成分とする基板51上に、薄膜プロセスを用いて再生ヘッド52及び記録ヘッドを順次形成したGMRヘッド52が形成され、記録媒体との摺動面(ABS面)53上に保護膜54が形成されるもので、保護膜54と前記ABS面53との結合力を強固にするため、中間層55を設けることも提案されている。このような薄膜磁気ヘッドの例として、特開平10-326406号公報ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびTiCを主成分とする基板51を用い、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の保護膜54を形成し、前記DLC膜の形成に際しプラズマ化学的気相成長法を用いて強固なDLC膜を形成する方法が提案されている。また、DLC膜中に添加物としてArを添加することで耐摩耗性の改善を図る方法も提案されている。この方法ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC基板とDLC保護膜との密着性が充分ではないため、前記ABS面53とDLC膜54との間にSiからなる中間層55を形成しDLC膜と基板との結合力を強固にする方法、あるいは前記DLC膜を二層構造にし、第一のDLC層でSiに対する密着性を、第二のDLC層で耐摩耗性を改善することも提案されている。

【0003】また、中間層に添加物を入れることについては、記録媒体の例ではあるが特開平9-54996号公報には図9に示される光磁気記録用ディスクが提案されている。本従来例の光磁気記録用ディスクでは基板57上に下部誘電体層58、記録層59、上部誘電体層60、反射層61が形成され、前記反射層61の上にSiを主成分とする中間層62を形成し、中間層62を介してDLC保護層63が形成され、さらにその表面に潤滑層64が形成された構成になっている。ここでDLC保護層63の密着性を向上させるため、前記Si中間層62にO、N、Cを添加することが提案されている。また、DLC保護層63の密着性や耐久性を改善するため、前記DLC保護層63にFe、Co、Ni、Cu、Ti、Cr、等の金属元素あるいはN、O、F、Ar等の気体元素を添加することも提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 かしなから上記従来例の保護膜形成方法では高密度記録に必要な薄い膜厚で、かつ密着性・耐久性・耐摩耗性とも優れた保護膜は得られず、特にABS面を構成する基板の主成分の一つであるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とDLC膜との密着性が不充分で、記録媒体とABS面との摩擦時にDLC膜が剥離し易く充分な摩擦特性が得られないため、更なる改良が要望されている。

【0005】本発明は薄膜磁気ヘッドのABS面に膜厚が充分薄くても密着性の優れたDLC保護膜を形成することで、高密度記録に適し、しかも耐環境性・耐摩耗性に優れたDLC保護膜を有する薄膜磁気ヘッドとその製造方法を提供するものである。

【0006】

【問題を解決するための手段】 この目的を達成するために第一の発明ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCを主成分とする基板上に薄膜プロセスにより再生ヘッドおよび記録ヘッドが順次形成された薄膜磁気ヘッドにおいて、ABS面を構成する前記基板表面を炭素を含むプラズマでスパッタし、その後DLC膜を成膜するものである。この構成によれば、ABS面を炭素を含むプラズマでスパッタすることにより前記基板中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に炭素原子が付与され、この炭素原子と後から成膜するDLC保護膜の炭素との間に強い結合力が生じ、ABS面との密着性に優れたDLC保護膜が得られる。ABS面とDLC保護層との密着性が良いため中間層が不要となり、保護膜の薄膜化が可能になる。

【0007】さらに第二の発明ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCを主成分とする基板上に薄膜プロセスにより再生ヘッドおよび記録ヘッドが順次形成された薄膜磁気ヘッドにおいて、ABS面を構成する前記基板表面を窒素プラズマでスパッタし、その後窒化炭素膜(窒化DLC膜)を保護層として成膜するものである。この構成によれば、ABS面を窒素プラズマでスパッタすることによりABS

面を構成する基板表面に窒素原子が付与され、この窒素原子と後から成膜する窒化DLC膜中の窒素との間に強い結合力が生じ、ABS面との密着性に優れたDLC保護膜が得られる。また、ABS面とDLC保護層との密着性が良いため中間層が不要となり、保護膜の薄膜化が可能になる。

【0008】さらに第三の発明ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCを主成分とする基板上に薄膜プロセスにより再生ヘッドおよび記録ヘッドが順次形成された薄膜磁気ヘッドにおいて、ABS面を構成する前記基板表面に少なくともNi、Fe、Co元素の一つを含むSi層を形成し、そのSi層上にDLC膜を成膜するものである。この方法で形成されたDLC膜は硬度が高く、摩擦特性に優れており耐摩耗性が改善される。

【0009】さらに第四の発明では、前記第一から第三の発明に記載の方法によりABS面を構成するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC基板表面の処理をした後DLC保護層を成膜するにあたり、ECRプラズマCVDを用い前記基板に対し矩形波の高周波電圧を印可しながら前記DLC保護層を成膜する薄膜磁気ヘッドの製造方法である。この製造方法によれば、DLC膜の成膜時に基板に対し矩形波の高周波電圧が印加されるため、基板に衝突する炭素イオンの多くが同じ衝突エネルギーを持つことになる。衝突エネルギーの小さい炭素イオンはDLC膜中に弱い結合を作るが、本発明によれば衝突エネルギーの小さなイオンを大幅に減らすことができ、したがって強い結合を持つDLC膜の成膜が可能になり、耐摩耗性が向上する。

【0010】また本発明の薄膜磁気ヘッド製造方法では、ABS面に形成される保護層のABS面に対する密着性が改善され、かつ、保護層の厚みを薄くすることが可能になり、耐久性と耐摩耗性に優れた高密度記録にも優れた薄膜磁気ヘッドの製造を可能にするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下に本発明の具体的な実施の形態を図1以下の図面にしたがって説明する。

【0012】図1は本発明の薄膜磁気ヘッドの構成を示す断面図である。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCを主成分とする基板1上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層2を介してGMRヘッド8が形成されている。GMRヘッド8はFeNi等の磁性材料よりなる下部シールド3および上部シールド5に挟持される位置にGMR素子4を配した再生ヘッドと、上部シールドを兼ねた下部磁気コア5と上部磁気コア6および巻線7とで構成される記録ヘッドとで構成され、その厚みは数μm程度のものである。記録媒体との摺動面(ABS面)9は流体力学的に求められた薄膜磁気ヘッドを浮上させるためのパターンが形成されており、その表面にDLC保護膜10、あるいは中間層11が形成される。薄膜磁気ヘッド全体は図2に示すように、ABS面9の大部分はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とTiCを主成分とする前記

基板1で構成され、GMRヘッド部8はごく僅かな面積を占めるにすぎない。したがってこの種薄膜磁気ヘッドにおいては基板1とDLC保護膜10との密着性が重要になるものである。

【0013】本発明の請求項1では、ABS面9に薄膜磁気ヘッドを浮上させるためのパターンを形成した後、ABS面9を炭素スパッタし、さらにその表面にDLC保護膜を形成するものである。この方法によればABS面の炭化により、ABS面を構成するA12O3にスパッタされた炭素原子あるいはTiC中の炭素原子と、その後形成されるDLC保護膜中の炭素原子とが強固に結合し、基板との密着力に優れたDLC保護膜の形成が可能になるものである。ABS面への炭素スパッタは例えば図3に示す方法で行われる。スパッタ装置12内には接地された電極13が配され、また、電極13に対向する位置に基板ホルダー14が配置され、基板ホルダー14上には前記ABS面の加工をした後の薄膜磁気ヘッド15がABS面を電極13に向けた状態に取り付けられる。16は前記電極13と基板ホルダー14間に電圧を印加するための電源である。このような配置のもとに、排気装置17によりスパッタ装置内を $10^{-4}$  Paまで排気し、ガス導入口18をとうして圧力0.01 Paまで炭化水素系ガスを導入し、その後圧力0.1 PaまでArガスを導入して炭素ガスおよびArガスのプラズマを発生させ、前記電極13と基板ホルダー14間に200 Wの電力を加えて3分間スパッターすることで、薄膜磁気ヘッド15のABS面を構成する基板表面を炭化した。この工程を経ることで基板材料の主成分の一つであるA12O3に炭素原子が付与される。ここで炭化水素系ガスとしてはメタンガス、エチレンガス等従来からこの種DLC膜の形成に使用されるものであればいずれでも使用可能である。続いて炭化されたABS面上にDLC保護膜を形成するが、その形成方法の一例として図4のECRプラズマCVD装置を用いる方法について説明する。ECRプラズマCVD装置19内には基板ホルダー20が配され、基板ホルダー20上にはABS面の炭化工程を経た薄膜磁気ヘッド21が前記ABS面を表にして取り付けられ、さらに高周波電源22が接続される。ECRプラズマCVD装置19にはマイクロ波発振機23と導波管24が空洞共振器としてはたらく円筒状プラズマ室26に接続されている。マイクロ波発振機からのマイクロ波周波数と、マグネット25からの磁束密度を調節することにより、電子サイクロトロン共鳴が生じ、共鳴により加速された電子と気体ガスとの衝突によりプラズマ室26には高密度のプラズマ29が得られる。イオン化されたプラズマガスは負電位の基板ホルダー20に高速で引き寄せられ、基板ホルダー上の薄膜磁気ヘッド21のABS面に所定の材料の薄膜が形成される。このような構成のもとに、排気装置27により装置内の圧力を $10^{-4}$  Paまで排気した後、ガス導入口28

をとうしてメタンガスを圧力1.2 Paになるよう導入し、プラズマ室26内に高密度の炭素プラズマ29を発生させ、マイクロ波発振機23の発振周波数2.45 GHz、電力200 W、また高周波電源22の発振周波数13.56 MHz、電力110 Wの条件で前記薄膜磁気ヘッド21のABS面にDLC保護膜を形成した。なお、上記ABS面を炭化する工程と、炭化されたABS面にDLC保護膜を形成する工程は、図3、図4の装置を一体化し、通常用いられる搬送機により薄膜磁気ヘッドを基板ホルダー14および基板ホルダー20の間を移動させ、両工程を連続して行うよう構成されている。DLC保護膜の形成には上記のECRプラズマCVD法に限らず、通常のプラズマCVD法やスパッター法も使用可能である。

【0014】本発明の請求項4は上記実施形態にしたがう薄膜磁気ヘッドの製造方法である。

【0015】本発明の請求項2の実施形態について述べる。請求項2ではABS面9に薄膜磁気ヘッドを浮上させるためのパターンを形成した後、前記ABS面を窒素プラズマによりスパッタしてABS面に窒素原子を付与した後、その上に窒化炭素膜の保護膜を形成するものである。この方法により、ABS面を構成する基板中のA12O3あるいはTiC表面にスパッタ付与された窒素原子と、後からスパッタされる窒化炭素膜中の窒素が強固に結合し、基板との密着力の強い保護膜の形成が可能になるものである。ABS面への窒素スパッタは図3のスパッタ装置を用いて行った。基板ホルダー14上にABS面の加工を終えた薄膜磁気ヘッド15を取り付け、スパッタ装置12内の圧力を排気装置17により $10^{-4}$  Paまで排気した後、ガス導入口18より圧力0.05 Paになるよう窒素ガスを導入し、その後圧力0.1 PaまでArガスを導入して窒素ガスとArガスのプラズマを発生させ、電極13と基板ホルダー14間に200 Wの電力を印加しながら3分間スパッタすることで前記ABS面に窒素原子を付与した。続いて図4のECRプラズマCVD装置を用い窒化炭素膜を形成した。基板ホルダー20上にABS面を窒素プラズマスパッタした薄膜磁気ヘッド21を取り付け、排気装置27により装置内の圧力を $10^{-4}$  Paまで排気した後、ガス導入口28をとうして圧力0.1 Paまで窒素ガスを導入し、その後圧力1.2 Paまで炭化水素系ガスを導入し、プラズマ室26内に高密度の窒素および炭素プラズマを発生させ、マイクロ波発振機23の発振周波数2.45 GHz、電力200 W、高周波電源22の発振周波数13.56 GHz、電力110 Wの条件で前記薄膜磁気ヘッド21のABS面に窒化炭素膜を5 nmの膜厚になるよう形成した。上記方法によりABS面に窒化炭素膜を形成し、保護膜の摩耗特性を測定したところ、5 nmという極めて薄い保護膜の厚さにもかかわらず、従来の保護膜に比較し耐摩耗特性が二倍以上改善されることが明らか

になった。本発明によればABS面に窒素を与えることで窒化炭素膜とABS面の密着性が良くなるため、中間層が不用になり保護膜全体の厚さを薄くできるものである。

【0016】本発明の請求項5は上記実施形態にしたがう薄膜磁気ヘッドの製造方法である。

【0017】本発明の請求項3の実施形態について述べる。請求項3ではABS面に薄膜磁気ヘッドを浮上させるためのパターンを形成した後、前記ABS面にSiからなる中間層を設け、その中間層内にFe、Ni、Coの金属原子のいずれかを添加し、前記中間層上にDLC保護膜が形成された構造になっている。Fe、Ni、Co等を添加されたSi層の成膜は図5に示す平行平板型のスパッタ装置により行われる。スパッタ室30内にはターゲットホルダー31が配され、Siを主成分とし、Fe、Ni、Coの少なくとも1種類が含まれるターゲット32が取り付けられている。ターゲット32に対向する位置に基板ホルダー33が配され、ABS面に薄膜磁気ヘッドを浮上させるためのパターンが形成された薄膜磁気ヘッド34が取り付けられる。基板ホルダー33には高周波発振機35が接続され、またターゲットホルダー31の背面にはマグネット36が配されている。このような構成の基に、スパッタ室30内を $10^{-4}$ Paまで排気した後Arガスを0.1Paになるまで導入し、高周波発振機35より周波数13.56MHz、電力200Wを加えてArプラズマを発生させスパッタを行った。SiおよびFe、Ni、Coのいずれかの金属元素を含むターゲット表面はArプラズマでスパッタされ、ターゲット表面から放出された粒子が基板ホルダー上の磁気ヘッドABS面に高速で衝突付着することにより、ABS面にはFe、Ni、Coのいずれかを含んだSi膜が形成される。このようにして形成されたSiを主成分とし、Fe、Ni、Coのいずれかを含み中間層の上に、前記の方法によりDLC保護膜を形成する。中間層Si層中にFe、Ni、Co原子を添加することで、中間層上に形成されるDLC保護膜は硬度が上がり優れた耐摩耗特性を示した。

【0018】本発明の請求項6は上記実施形態にしたがう薄膜磁気ヘッドの製造方法である。

【0019】本発明の請求項7の実施形態について述べる。請求項7では薄膜磁気ヘッドのABS面にDLC保護膜を形成する際に、図4で示すECRプラズマスパッタ法を用い、基板ホルダー20に接続される高周波発振\*

\*機22から矩形波の高周波電圧を印可しながらスパッタするものである。高周波バイアスの場合、基板表面に負の自己バイアス電圧が励起されるため、基板表面の矩形波電圧は図6のように負側にバイアスされた形になり、負電圧Vを調整することでDLC保護膜の膜特性を制御できる。プラズマ室26内に発生した高密度の炭素プラズマは、基板側の負電圧により加速され、基板ホルダー上の薄膜磁気ヘッドのABS面に衝突してDLC保護膜が成膜されるが、従来のサイン波に対し矩形波にすることでプラズマイオンは実効的には一定の電圧で加速されるため、基板への衝突エネルギーを一定にすることが可能になる。したがって成膜されるDLC保護膜は均質な膜質を有し、負電圧Vの調節により耐摩耗特性の最適点を得ることができる。図4のECRプラズマスパッタ装置を用い、装置内を $10^{-4}$ Paまで排気後圧力0.6Paになるよう炭化水素系ガスを導入し、マイクロ波発振機23の発振周波数2.45GHz、電力110W、高周波電源22の発振周波数13.56MHz、負電圧Vを種々変えてDLC保護膜を成膜した。このようにして試作した薄膜磁気ヘッドの摩耗特性を測定したところ、負電圧Vが200〜400Wで良好な摩耗特性が得られた。

【0020】

【発明の効果】 本発明の方法により形成された各種保護膜について、図7に示す試験装置を使用し摩耗試験を実施した。なお図7(b)は図7(a)の要部拡大図である。図7の試験装置では市販されている直径3.5インチのハードディスク用磁気ディスク37を用いた。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびTiCを主成分とする基板38からなるABS面43に摩耗測定用パターン39が形成され、前記摩耗測定用パターン39の表面に本発明の各種方法により厚さ5nmの保護膜40を形成した試料41を作成した。前記試料41をサスペンション42の先端に取り付け、所定の圧力を加えながら前記試料41を磁気ディスク37の外周部に当接し、前記試料が磁気ディスク表面に接触する状態で磁気ディスク37を3600rpmで回転させ、5万回転後の前記摩耗測定用パターン39の表面に形成された保護膜40の摩耗量を測定した。測定結果は表1に示され、本発明による保護膜は従来のDLC保護膜に対し2倍以上の耐摩耗性を有することが明らかになった。

【0021】

【表1】

保護膜の種類	5万回転後の摩耗量
従来のDLC膜	2 nm
炭素スパッタ+DLC膜 (第1、第4の発明)	~1 nm
窒素スパッタ+窒化炭素膜 (第2、第4の発明)	~1 nm
Si(Ni,Co,Fe含有)膜+DLC膜 (第3の発明)	~1 nm

【0022】第一の発明ではABS面を構成する基板表面を炭素を含むプラズマでスパッタすることにより、基板中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に炭素原子が付与され、この炭素原子と後から成膜するDLC膜中の炭素原子との間に強い結

合力が生じ、ABS面との密着性に優れたDLC保護膜が得られる。したがって摩耗特性に優れ、かつ中間層等が不要になることで保護膜の薄膜化が可能になる。

【0023】第二の発明ではABS面を構成する基板表面を窒素プラズマでスパッタすることにより、ABS面を構成する基板表面に窒素原子が付与され、この窒素原子と後から成膜する窒化DLC膜中の窒素原子との間に強い結合力が生じ、ABS面との密着性に優れたDLC保護膜が得られる。したがって摩耗特性に優れ、かつ中間層等が不要になることで保護膜の薄膜化が可能になる。

【0024】第三の発明ではABS面を構成する基板表面にFe、Ni、Co原子の一つを含むSiの中間層を形成し、その上にDLC保護膜を形成するもので、この構成により耐摩耗特性に優れたDLC保護膜を有する薄膜磁気ヘッドが得られた。

【0025】第四の発明ではABS面を構成する基板表面にDLC保護膜を形成するにあたり、ECRプラズマCVDを用い、前記基板に対し矩形波の高周波電圧を印加して成膜するため、基板に衝突する炭素イオンの多くが同じ衝突エネルギーを持つ。衝突エネルギーの小さい炭素イオンはDLC膜中に弱い結合を作るが、本発明によれば衝突エネルギーの最適化が可能になり、強い結合を持つDLC膜の成膜が可能になり耐摩耗性が向上する。

【0026】本発明によればDLC保護膜の膜厚全体を薄くすることが可能になり、高密度記録に適した薄膜磁気ヘッドが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドの要部を示す図

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドABS面の概略を示す図

【図3】本発明の実施例で使用するスパッタ装置を示す図

【図4】本発明の実施例で使用するECRプラズマCVD装置を示す図

【図5】本発明の実施例で使用するスパッタ装置を示す図

【図6】本発明の実施の形態7を示す図

【図7】摩耗試験装置の概略を示す図

【図8】従来例を説明するための薄膜磁気ヘッド断面概略図

【図9】光ディスク保護膜の従来構成例を示す図

【符号の説明】

1、38、51 基板

2 絶縁層

3 下部シールド

4 GMR素子

5 上部磁気シールドを兼ねた下部磁気コア

6 上部磁気コア

7 巻線

8、52 GMRヘッド

9、43、53 ABS面

10、40、54 DLC保護膜

11、55 中間層

12 スパッタ装置

13 電極

14、20、33 基板ホルダー

15、21、34 薄膜磁気ヘッド

16 直流電源

17、27 排気装置

18、28 ガス導入口

19 ECRプラズマCVD装置

22、35 高周波電源

23 マイクロ波発振機

24 導波管

25、36 マグネット

26 プラズマ室

29 プラズマ

30 スパッタ室

31 ターゲットホルダー

32 ターゲット

37 磁気ディスク

39 摩耗測定用パターン

41 試料

42 サスペンション

57 基板

58 下部誘電体層

59 記録層

60 上部誘電体層

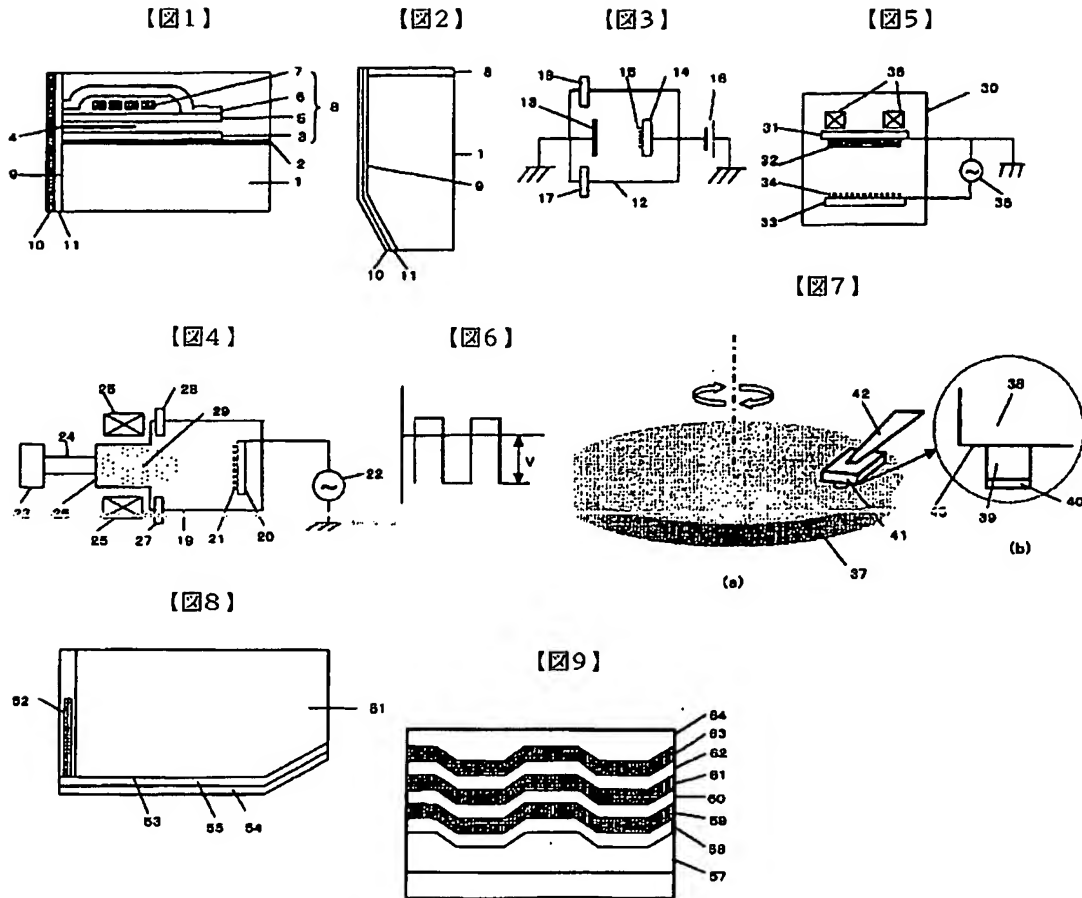
61 反射層

62 中間層

63 DLC保護層

64 潤滑層

V 矩形波の負電圧



フロントページの続き

(72)発明者 末永 辰敏  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 吉次 慶喜  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
Fターム(参考) 5D033 BA15 BA52 BB43 CA03 DA03  
5D034 BA02 BA19 BB12 CA01 DA07